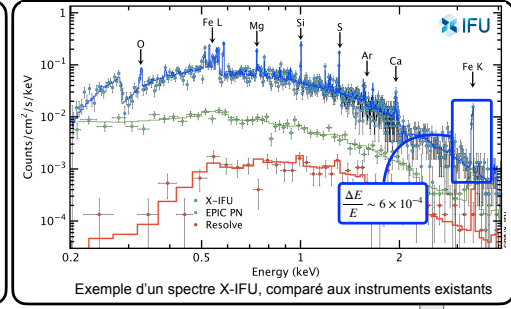
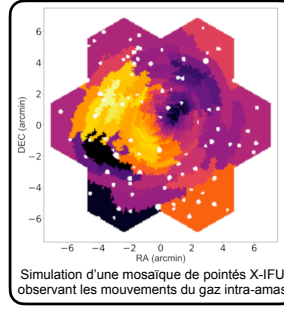


# SIXSA : apprentissage machine pour l'imagerie hyper-spectrale avec newAthena/X-IFU

S. Dupourqué\* (IRAP), D. Barret (IRAP), E. Cucchetti (CNES) \*[sdupourque@irap.omp.eu](mailto:sdupourque@irap.omp.eu)

RENCONTRES  
TECHNIQUES  
ET NUMÉRIQUES  
2 décembre 2025  
Toulouse, Centre de Congrès Pierre Baudis



Le X-ray Integral Field Unit (**X-IFU**), instrument de la mission NewAthena (ESA, lancement fin des années 2030), développé sous maîtrise d'oeuvre CNES par un Consortium international, produira des données d'une qualité sans précédent, alliant **haute résolution spatiale et spectrale** dans le domaine des rayons X. **Extraire l'information astrophysique** de ces données constitue un défi unique.

- Température
- Composition chimique
- Autres ...

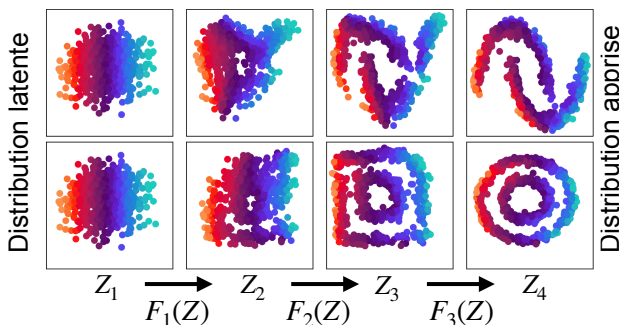
Les **paramètres physiques** sont obtenus en résolvant un **problème inverse**. On ne cherche pas simplement une valeur mais une **distribution** plausible, qui représentent l'incertitude sur ces paramètres (Inférence Bayésienne).

Ce processus est lent et couteux en calculs.

$$P(\theta|X) = \frac{P(X|\theta)P(\theta)}{P(X)}$$

$\theta$  : paramètres  
 $X$  : observations  
 Vraisemblance  
 Posterior  
 Prior

## Accélérer les calculs via réseaux de neurones : inférence basée sur les simulations



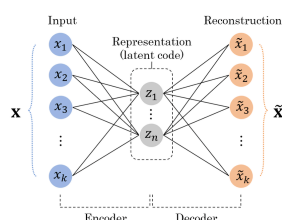
- Les **flots normalisants** permettent d'apprendre automatiquement des **distributions de probabilités**
- On génère des **simulations** d'observations à partir d'un ensemble de paramètres comme set d'**entraînement**
- En apprenant la **distribution jointe**, on peut obtenir une **approximation du résultat exact** en utilisant **100 fois moins de calculs** (entraînement compris)

$$q(\theta, X) = F_1 \circ \dots \circ F_n(Z) \simeq P(\theta|X)$$

## Compression interprétable

Les flots fonctionnent mieux avec des données de faible dimensionalité : on cherche une compression pertinente des spectres à haute-résolution.

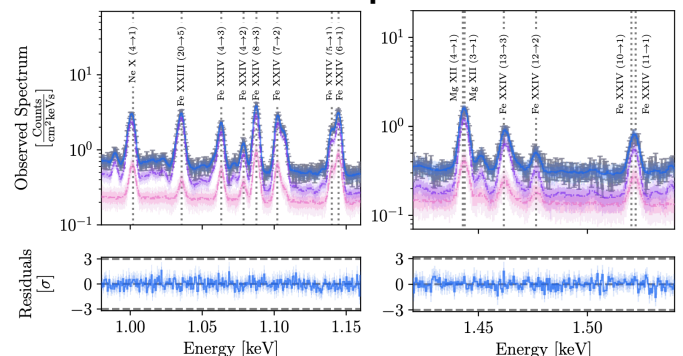
- **Statistiques globales** : moyenne, dispersion...
- **Statistiques locales** : segmentation et réduction, variations entre bins adjacents
- **Statistiques apprises** : auto-encodeurs



Réduction de la taille des données en entrée du réseau d'un facteur ~50

→ **Performances, stabilité, rapidité de l'apprentissage**

## Évaluation des performances



Comparables aux méthodes exactes mais vitesse d'inférence 100 fois plus rapide, correction exacte garantissant la validité des résultats